PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number:

06209209 A

(43) Date of publication of application: 26.07.1994

(51) Int. CI

H01Q 3/38

(21) Application number:

05002470

(22) Date of filing:

11.01.1993

(71) Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP (72) Inventor: ISHII TAKASHI

SHIRAMATSU KUNIAKI SUZUKI TATSUHIKO **AOKI TOSHIHIKO**

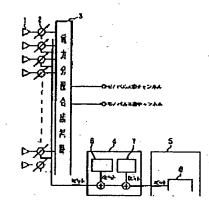
(54) PHASED ARRAY ANTENNA DEVICE

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain a phased array antenna in which beam scanning can be attained precisely beyond the calculating precision of a beam control computer.

CONSTITUTION: Phase data obtained by quantizing phase shifting amounts for correcting a deviation from an ideal wave front due to the difference of an electric length from an electric power distributing and compounding circuit 3 to each element antenna 1 by the same calculating precision as a beam control computer 5 are provided in a phase shifter controller 4 which controls phase shifters 2. Moreover, the phase data to which the random phase data for correcting the insufficient calculating precision are added are provided, and added to a quantized phase 8 for beam scanning transmitted from the beam control computer

COPYRIGHT: (C)1994, JPO&Japio



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(川)特許出順公開各身

特開平6-209209

(43)公開日 平成6年(1994)7月26日

(51)Int.CL^c H 0 1 Q 3/38 **激別記号** . . .

庁内整理番号 7015-5 J FΙ

技術表示值所

海査結束 未結束 結束項の数12 OL (全 21 頁)

(21)出類趋号

特類平5-2470

(22)出頭日

平成5年(1993)1月11日

(71)出題人 000006013

三菱電視株式会社

東京都千代田区丸の内二丁自2番3号

(72)発明者 石井 艦司

综合市上町至325省地 三美局极抹式会社

综合契作页内

(72)発明者 白松 邦昭

鎌倉市上町星325香地 三菱穹接柱式会社

贷点製作所内

(72)発明者 鈴木 能彦

稳含市上町屋325番地 三菱電機株式会社

與食製作所内

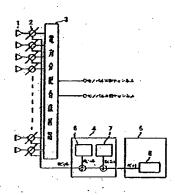
(74)代理人 弁理士 為田 守

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 フェーズドアレーアンテナ装置

(57)【要約】

【目的】 ビーム制御計算機の計算結成で実現できる以上の棚かさでビーム定査を行うことのできるフェーズドアレーアンテナ鉄屋を得ることを目的としている。 【構成】 移钼器2の制御を行う移租器制御装置4内に、電力分配合成回路3から各烹子アンテナ1までの電気長の差による短想波面からのずれを補正する移租費をビーム制御計算機5と同じ計算積度で要子化した位相データと、不足している計算箱度を箱うランダムな位相データを加えた位相データを持ち、ビーム制御計算機5から送られる査子化されたビーム定査用位相8に削え機成にした。



- 61**X**?7799
- 2:8-52 ***********
- 4:李有高高的是董
- 4 **228MLY-**V
- 1:世界以東省正用データ

【特許請求の荷囲】

【諸求項1】 複数個の素子アンテナ、これら素子アンテナに対応するディジタル形の移相器、上記各移相器に 電力分配する電力分配台域回路、上記移相器を飼御する 移相器制御装置、上記移相器制御装置に送るための貴子 化されたビーム走査用位相を計算するととにおいて所塑 の構かさでビーム定査を行うのに必要な計算情度を待た ないビーム制御計算級からなるアンテナ装置において、 上記電力分配急域回路からる素子アンテナまでの電気 の豊による理想被面からのずれを箱正する移相型をビーム制御計算級と同じ計算結度で貴子化した位相用データ と、不足している計算特度を給うランダムが相手データ を保持し、それぞれの位相データを上記ビーム制御計算 級から送られるビーム定式用位相に加えることを特徴と するフェーズドアレーアンテナ装置。

【諸求項2】 複数値の素子アンテナ、これち素子アンテナに対応するディジタル形の移相器、上記各移相器に電力分配する電力分配合成回路、上記移相器を制御する移相器制御装置、上記移相器制御装置に送るための量子化されたビーム走査を行うのに必要な計算精度を誇れないビーム制御計算観からなるアンテナ装置において、使用腐液数器域内で複数個の上記電力分配合成回路から各素子アンテナまでの電気長の差による理想波面からのずれを箱正するための移相型をビーム制御計算機と同じ計算額を着うランダムな位相データを用液数に関係なく1つ保持し、それぞれの位相データを周波数に関係なく1つ保持し、それぞれの位相データを上記ビーム副御計算額から送られるビーム走査用位相に加えることを特徴とするフェーズドアレーアンテナ装置。39

【結束項3】 複数個の素子アンテナ これち素子アンテナに対応するディジタル形の移相器 上記各様相器に 電力分配する電力分配合成回路、上記移相器を調剤する 移相器料御装置、上記移相器料御装置に送るための量子 化されたビーム走査用位相を計算することにおいて所望 の細かさでビーム走査を行うのに必要な計算情度を持た ないビーム制御計算機からなるアンテナ装置において、上記電力分配合成回路から基常子アンテナ装置において、上記電力分配合成回路から基常子アンテナまでの電気 長の他による理想設面からのずれを結正する移相量を所整の細かさでビーム走査を行うのに必要な計算情度で置子 化した位相データを保持し、上記ビーム制御計算機から送られるビーム走査用位相に加えることを特徴とするフェーズドアレーアンテナ装置。

【請求項4】 複数個の素子アンテナ、これら素子アンテナに対応するディジタル形の移相器、上記各移相器に 電力分配する電力分配合成回路、上記移相器を制御する 移相器制御装置、上記移相器制御装置に送るための量子 化されたビーム走査用位相を計算することにおいて所望 の相かさでビーム走査を行うのに必要な計算精度を持た ないビーム制御計算機からなるアンテナ装置において、 上記報力分配合成回路から各意子アンテナまでの電気長の差による理想液面からのずれを箱正する移相型をビーム制御計算級と同じ計算結成で量子化した位相データと、不足している計算精度を指うランダムな位相データを発生する乱放発生装置を育し、それぞれの位相データを上記ビーム制御計算数から送られるビーム定査用位相に加えることを特徴とするフェーズドアレーアンテナ鉄長

7

【路求項5】 複数値の素子アンテナ、これら素子アン テナに対応するディジタル形の移相器、上記各移相器に 電力分配する電力分配台成画路、上記移相器を制御する 移相器制御装置。上記移相器制御装置に送るための量子 化されたビーム走査用位相を計算することにおいて所望 の細かさでピーム定者を行うのに必要な計算結構を持た ないビーム制御計算機からなるアンテナ装置において、 使用周波数器域内で複数個の上記電力分配合成回路から 各素子アンテナまでの母気長の差による塑想液面からの ずれを箱正するための移租量をビーム網御計算機と同じ 計算箱度で量子化した位相データと、不足している計算 精度を描うランダムな位相データを周波数に関係なく1 つ発生する乱致発生回路を有し、それぞれの位相データ を上記ビーム制御計算級から送られるビーム定査用位相 に加えることを特徴とするフェーズドアレーアンテナ鉄 €.

【請求項6】 複数個の素子アンテナ、これら素子アン テナに対応するディジタル形の移相器とピーム走在する ための移相量を知算する位相演算回路を含んだモジュー ル、上記各モジュールに電力分配する電力分配合成回 路、上記モジェールに送るための量子化されたビーム走 斉用位相を所知の細かさでのビーム走査を行うのに十分 な計算精度で計算するビーム制御計算機において、上記 モジュール内の位相相消算回路が所望の細かさでビーム **走査を行うため必要な計算精度を持たない場合。上記常** 力分配合成回路から各景子アンテナまでの電気長の登に よる理想波面からのずれを補正する位相データを上記モ ジュール内の位相演算回路と同じ計算結成で置子化した 位相データと、不足している計算精度を描うランダムな 位相データを保持し、それぞれの位相データを上記ビー ム制御計算機から送られるビーム定査用位相に加えると とを特徴とするフェーズドアレーアンテナ装置。

【諸求項7】 複数個の素子アンテナ、これら素子アンテナに対応するディジタル形の移相器とピーム走査するための移相量を飼算する位間演算回路を含んだモジュール、上記各モジュールに選るための量子化されたピームを査用位相を所望の細かさでのピーム走査を行うのに十分 数計算権において、上記モジュール内の位相演算回路が所至の細かさでピーム走査を行うため必要な計算箱度を待たない場合、使用周波数常場内で複数個の上記電力分配台成回路から各素子ア

ンテナまでの電気長の基化よる理想設面からのずれを縮正するための位相データを上記モジュール内の位相演算 回路と同じ計算領度で貴子化した周蒙胶幕域ごとの位相 データと、不足している計算精度を補うランダムな位相 データを周波敦に関係なく1つ保持し、それぞれの位相 データを上記ビーム制御計算級から送られるビーム定査 用移相に加えることを特徴とするフェーズドアレーアン テナ鉄に。

【競求項8】 被数個の素子アンテナ、これち素子アンテナに対応するディジタル形の移相器とビーム走査する 10 ための移相置を削算する位相演算回路を含んだモジュール、上記各モジュールに選力分配する電力分配合成回路、上記モジュールに送るための貴子化されたビーム走査用位相を所望の細かさでのビーム走査を行うのに十分な計算精度で計算するビーム制御計算機において、上記モジュール内の位相演算回路が所望の細かさでビーム走査を行うため必要な計算結度を持たない場合、上記程力分配合成回路から有素子アンテナまでの写気長の意による理想波面からのずれを補正する位相データを所望の細かさでビーム走査を行うため必要な計算精度で量子化し 26 た位相データを保持し、上記ビーム調剤計算機から送られるビーム走査用位相に加えることを特徴とするフェーズドアレーアンテナ整長。

【語求項9】 複数個の素子アンテナ、これち素子アン テナに対応するディジタル形の移相器とピーム走査する ための移相量を加算する位相演算回路を含んだモジュー ル、上記各モジュールに電力分配する電力分配合成回 第 1記モジェールに送るための量子化されたビーム意 査用位相を所望の細かさでのビーム走査を行うのに十分 な計算特度で計算するビーム制御計算機において、上記 30 モジュール内の位相演算回路が所望の細かさでビーム定 者を行うため必要な計算錯度を持たない場合、上記電力 分配合成回路から各意子アンテナまでの電気長の差によ る理想波面からのずれを補正する位相データを上記モジ ュール内の位相演算回路と同じ計算精度で置子化した位 相データと、不足している計算特度を捕うランダムな位 相データを発生する乱数発生回路を有し、それぞれの位 相データを上記ビーム制御計算額から送られるビーム定 査用位相に加えることを特徴とするフェーズドアレーア ンテナ芸芸。

【 請求項10】 複数個の素子アンテナ、これら素子アンテナに対応するディジタル形の移相器とビーム走業するための移相型を加算する位相演算回路を含んだモジュール、上記各モジュールに送るための量子化されたビーム走 強用位相を所望の細かさでのビーム連査を行うのに十分 な計算精度で消費するビーム料御計算機において、上島 走ジュール内の位相演算回路が所至の細かさでビームを 走を行うため必要な計算締度を持たない場合、使用回波 数差域内で複数個の上記電力分配合成回路から各素子ア

ンテナまでの電気長の急による選組液面からのずれを箱 正するための位相データを上記モジュール内の位相演算 回路と同じ計算結成で貴子化した国家教育域ごとの位相 データと、不足している計算特度を捕うランダムな位相 データを国波数に関係なく1つ発生する乱数発生回路を 有し、それぞれの位相データを上記ビーム料調計算観か ら送られるビーム定登用移相に加えることを特徴とする フェーズドアレーアンテナ鉄震。

【第求項11】 彼数個の素子アンチナ、これら素子ア ンテナに対応するディジタル形の移相器とビーム走査す るための移相量を演算する位相演算回路を含んだモジュ ール、上記各モジュールに電力分配する電力分配合成回 33. 上記モジュール内の位相演算同時にてピーム走査用 位相を演算するのに必要な素子座標と波長データとビー ム指向方向を演算しモジュールに設定するビーム網部計 草構において、上記モジュール内の位相相資草回路が折 笠の様かさでビーム定査を行うため必要な計算結底を持 たない場合、上記電力分配合成回路から各案子アンテナ までの管気長の差による拒接波面からのずれを補正する 位相データを上記モジュール内の位相演算回路と同じ計 算結接で量子化した位相データと、不足している計算精 度を捕うランダムな位相データを保持し、それぞれの位 相データを上記ビーム制御計算機から送られるビーム走 **査用位相に加えることを特徴とするフェーズドアレーア** ンテナ慈智。

【諸求項12】 複数個の素子アンテナ、これら素子ア ンチナに対応するディジタル形の採用器とピーム走査す るための移相量を演算する位相演算回路を含んだモジュ ール、上記各モジュールに電力分配する電力分配合成回 路、上記モジュール内の位相演算回路にてピーム走査用 位相を演算するのに必要な素子座標と波長データとビー ム指向方向を消算しモジュールに設定するビーム舗御計 算機において、上記モジュール内の位相相論算回路が所 竺の細かさでピーム定査を行うため必要な計算精度を待 たない場合、上記電力分配合成回路から各案子アンテナ までの電気長の差による短短波面からのずれを補正する 位相データを上記モジュール内の位相消算回路と同じ計 算結成で置子化した位相データと、不足している計算精 度を捕うランダムな位相データを発生する乱教発生回路 を有し、それぞれの位相データを上記ビーム制御計算級 から送られるビーム走査用位相に加えることを特徴とす るフェーズドアレーアンテナ鉄匠。

【発明の詳細な説明】

100011

【産業上の利用分野】この発明は、位相対体によりビーム走査を行うフェーズドアレーアンテナの機小ビーム走査特性の改善に関するものである。

[0002]

【従来の技術】従来のフェーズドアレーアンテナについて後明する。 図17は従来のフェーズドアレーアンテナ

を示す図であり、1は完テアンテナ、2は移相器、3は 電力分配合成回路、4は移相器料御装置、5はビーム料 傾計算級、6は電気長輪正データ、8はビーム走費用位 相である。

[0003] 次に、動作について説明する。空間より各 素子アンテナ1に入射した信号は毎相器2により位相刺 御して、電力分配合成回路3にて入力される。電力分配 台域回路3では各素子アンテナ1からの信号を合成しモ ノバルス和信号とモノバルス登信号を生成して出力する。

【0004】一方、移相器とは移相器調節装置4からの移相器制御信号によって的作する。との移相器制御信号は、ビーム制御計算級5によって計算された所望の方向にビームを向けるためのビーム走資用位相と、移相器制御装置4内に保持されている工作精度のばちつきによる電力分配台成回路3から素子アンテナしまでの電気長の登による検アンテナンテナの筋振位相の思想波面(例えば、等位相波面)からのずれを指正する位相データを加えたデータである。

【0005】次に、移相器2に位相データを設定する処 20 理化ついて説明する。ビーム産産を行うためのビーム産産用位相計算はビーム制御計算機5によって行われるが、どれだけビームを細かく制御できるかは、移相器2のビット数、ビーム制御計算機5の計算を行うビット数、電力分配合成回路3からズ子アンテナ!までの電気長の差による距極波面からのずれを補正する位相データの単千化ビット数によって挟まる。従来のフェーズドアレーアンテナにおいては、ビーム制御計算級5の計算を行うビット数と、電力分配合成回路3からズ子アンテナ 1までの電気長の差による甚至子アンテナの島原位相の 30 理想波面からのずれを指正する位相データの量子化のビット数は等しくなるよう環成されている。

【0006】図18は、ビーム制御計算級5でビーム定 適用位相データを計算してから移相器2に設定されるま での選算フローを示したものである。

【0007】図18に示すような量子化された計算を行う場合、最終の移相器に設定される位相データには計算過程で発生した誤差が含まれる。

【0008】ビーム定査を行うための各移相器のビーム 定直用位相の計算から実際に移相器に与える位相データ を計算するまでの計算過程で発生する誤差が、移相器に 設定する位相データのL.S、Bに影響を与える確率P errは次式で与えられる。

[0009] 【数1】

PERR = 0.5 ÷ 2^{A-8} 【0010】 数1 において、Aはビーム制御計算級 の計算を行うビット数、Bは移相器のビット数である。 また、移相器し、S、Bに誤差を含んだ菓子数Nerr は欠式で与えられる。 [0011]

[数2]

N_{ERR} = P_{ERR} × N

[0012] 数2 においてNは全素子数である。また、恩差を含んだ菓子によるビーム方向変化の最大値は 次式で与えられる。

[0013]

【數3】

$$\Delta\theta = \frac{N_{ERR} \cdot \phi}{2 \cdot k \cdot \cos \theta \cdot \sum_{i=1}^{N/2} E_i \cdot X_i}$$

【0014】 数3 において、かはディジタル移相器の最小位相変化型、k は放致、θ はビーム走査角、E tは 番目の素子の振幅、X iは t 番目の素子の座覆である。

【0015】 数3 で示される値が発生するのは、ビーム制御計算機で計算されたビーム走査用位相データのムビットのビット列のうち、上位のBビットを除いた部分がすべて0となる場合において発生する。上記のような場合は、移相器に与えるBビットの位相データと貴子化する前の真数(真値)での位相データが一致する場合であり、このときは量子化による誤差が存在しないことになる。この依整から、少しでもビーム走査を行った場合、置子化された位相データと真値の間には貴子化による誤差が合まれることになり、 数3 で示される最大のビーム方向変化が発生する。これは、上記に依禁がのビーム方向変化が発生する。これは、上記に依禁がのビームを養を行うために発生すると、化窓子の配置がアンテナ面内に片きって発生するためである。

【0016】よって、従来のフェーズドアレーアンテナ の微小ピーム走査特性は、移相器のピット数と、ピーム 制御計算機の計算せっト数によって次まる。

【0017】図19は、従来のフェーズドアレーアンデナにおける隣小ビーム走査特性の計算結果を示す図である。計算は、移相器のビット数を5ビット、ビーム制御計算機の計算ビット数および電力分配合成回路から素子アンテナまでの電気長の差を領正する位相データの量子化ビット数を8ビットとした場合について行った。

【0018】また、図20は、「数3」で示される値が 発生する場合の、誤量を含んだ余子のアンテナ面上での 分布を示す図である。図中、9は誤差が+1ビットの素子、10は誤差が-1ビットの素子である。

【0019】図21は従来の他のフェーズドアレーアン テナを示す図であり、1は素子アンテナ、Mはモジュール、3は電力分配台成回路、5はビーム特部計算機、8・ はビーム走査用位相である。

| 【0020】図22は、モジュール州を示す図であり、

2は移相器、12は位相高質固結、13は低能音増幅 器、6は電気長補正データである。

【0021】次に、動作について説明する。空間より各条子アンテナ1に入射した信号はモジュールMへ入力されモジュールMの低能音増幅器 13により増幅、移相器 2により位相利制して、電力分配合成回路3にて入力される。電力分配合成回路3では各モジュールMからの信号を合成しモンバルス和信号とモンバルス是信号を生成して出力する。

【0022】一方、モジュール内の移相器2は、モジュール内の位相高算回路12により、ビーム制御計算級5によって計算されたビーム走査用位相8と、上記位相須算回路12内に保持されている工作結成のばらつきによる原根位相の電力分配台成回路から素子アンテナまでの電気長の差による理想波面(例えば、等位相波面)からのずれを補正する位相データ6とを加えた位相データにより制御される。

【0023】ビーム定義を行うためのビーム定意用位相 計算はビーム制御計算機5によって行われるが、どれだ けビームを確かく判御できるかは、移相器2のビット 数、ビーム制御計算機5の計算を行うビット数、モジュ ール内位相演算回路12の計算ビット数、ペカ分配合成 回路3から素子アンテナ1までの電気長の長による理想 液面からのずれを補正する位相データの量子化ビット数 によって決まる。従来のフェーズドアレーアンテナにお いては、モジュール内位相演算回路12の計算を行うビット数と、電力分配合成回路3から素子アンテナ1まで の電気長の選による理想液面からのずれを補正する位相 データの量子化ビット数は等しくなるよう機成されている。

【0024】図23は、ビーム制御計算級5でビーム定 査用位相8を計算してからモジュールM内の移相器2に 設定されるまでの資料フローを示したものである。

【0025】図23に示すような量子化された計算を行う場合、移相器2に設定される位相データには計算過程で発生した誘差が含まれる。ビーム走査を行うための各移相器2のビーム走査用位組8の計算から表現に移相器2に与える位相データを計算するまでの計算過程で発生する誤差が、移相器2に設定する位相データのし、S、B化影響を与える確率Perrは次式で与えられる。

[0026]

[数4]

$$P_{ERR} = 0.5 + 2^{A-B}$$

【9028】 数3 で示される値が発生するのは、モジュール内位相演算回路12で計算されたAビットのビット列のうち、上位のBビットを除いた部分がすべて0となる場合において発生する。上記のような場合は、移相器に与えるBビットの位相データと歴子化する前の真数(真値)での位相データが一致する場合であり、このときは貴子化による無差が存在しないことになる。この状態から、少しでもビー人走蚤を行った場合、栗子化された位相データと真値の間には貴子化による無差が含まれるととになり、数3 で示される最大のビー人方向変化が発生する。これは、上記に状態が、Bビットに貴子化された位相データと真値とが一致している状態が、Bビットに貴子化された位相データと真値とが一致している状態がら、少しでもビーム定量を行うために発生する要子化無差を含んだ素子の配髪がアンテナ面内に片香って発生するためである。

R.

【0029】よって、従来のフェーズドアレーアンテナ の除小ビーム走査特性は、移相器のビット数と、位相演 算回路の計算ビット数によって決まる。

【0030】なお、従来のフェーズドアレーアンテナにおける後小ビーム定査特性の計算結果を図19に示す。 計算は、移相器のビット数を5ビット、モジュール内位 相湾専国路の計算ビット数および電力分配台成国路から 素子アンテナまでの電気長の差を指正する位相データの 置子化ビット数を8ビットとした場合について行った。 【0031】また、「数3」で示される値が発生する場合の、無差を含んだ素子のアンテナ面上での分布を図2 のに示す。

[0032]

【発明が解決しようとする課題】 従来のフェーズドアレ の ーアンテナ装置は、以上のように構成されているので、 ビーム制御計算機又はモジュール内位相演算回路の計算 精度で実現できる細かさのビームを査特性しか得ること しかできないという問題点があった。

【0033】との発明は上記のような問題点を解消する ためになされたもので、ビーム制御計算観又はモジュー ル内位相演算国路の計算信度で実現できる以上の細かさ のビーム走査特性を持つフェーズドアレーアンチナ製版 を得ることを目的としている。

[0034]

【課題を解決するための手段】この発明に係るフェーズ ドアレーアンデナ整置は、電力分配合成回路から各案子 アンデナまでの電気長の差による理想設面からのずれを 輸正する移相重をビーム制御計算級と同じ計算精度で置 子化した位相データと、不足している計算精度を傾うラ ンダムな位相データを保持し、ビーム制御計算機から送 られる量子化されたビーム走査用位相に加えるようにし たものである。

【0035】また、使用周波数帯域内で電力分配合成回 路から各煮子アンテナまでの電気長の差による理想波面 50 からのずれを補正する移租墨をビーム網御計算機と同じ 計算論度で貴子化した位相データを複数個待ち、不足している計算情度を縮うランダムな位相データを周波数に 関係なく1つ保持し、それぞれの位相データをビーム料 御計算観から認られる貴子化されたビーム走査用位相に 加えるようにしたものである。

【0036】また、電力分配台或回路から各案デアンテナまでの電気長の芸による框想波面からのずれを補正する移租量を所望の極かさでビーム定査を行うのに必要な計算箱度で量子化した位相データを保持し、ビーム料御計算極から送られる量子化されたビーム定査用位相に加19えるようにしたものである。

【0037】また、電力分配合成回路から各案子アンテナまでの電気長の登による理想波面からのずれを補正する移租量をビーム斡旋計算機と同じ計算精度で電子化した位相データと、不足している計算結底を縮うランダムな位相データを発生する乱致発生回路を有し、ビーム製御計算機から返られる量子化されたビーム走査用位相に加えるようにしたものである。

【0038】また、使用周波数帯域内で電力分配合成回

語から各茶子アンテナまでの電気長の差による短期液面 20 かちのずれを補正する移相型をビーム制御計算機と同じ 計算額度で登子化した位相データを接数傾待ち、不足し ている計算精度を箱うランダムな位相データを周読数に 関係なく1つ発生する乱験発生回路を有し、それぞれの 位相データをビーム料御計算級から送られる登子化され たビームを進用位相に加えるようにしたものである。 【9939】この発明に係るフェーズドアレーアンテナ 装置は、電力分配合成回路から各茶子アンナまでの電 気長の差による理想波面からのずれを補正する位相デー タをデシュール内位相演算回路と同じ計算精度で電子化 した位相データと、不足している計算結度を指うランダ ムな位相データを保持し、モジュール内位相演算回路内 でビーム料御計算数から送られる量子化されたビームを

董用位相に加えるようにしたものである。
【10040】また、使用局放数帯域内で電力分配合成回 認から各案子アンテナまでの電気長の差による距離液面 かものずれを補正する位相データをモジュール内位相溶 昇回眩と同じ計算精度と同じ計算精度で置子化した位相 データを複数個持ち、不足している計算精度を補うラン ダムな相帯・タを固変数に関係なく1つ保持し、モジ ムール内位相消費回覧内でそれぞれの位相データをビー ム調配計算機から送られる電子化されたビーム走変用位 相に加えるようにしたものである。

【0041】また、電力分配合成回路から各景子アンテナまでの電気長の差による短想液面からのずれを補正する移相量を所望の細かさでビーム売客を行うのに必要な計算領度で登子化した位相データを保持し、ビーム料御計算権から送られる量子化されたビーム売登用位相に加えるようにしたものである。

【0042】また、電力分配台成回路から各案子ナンテ 50

ナまでの電気長の差による理想波面からのすれを補正する位相データをモジュール内位相演奏回路と同じ計算特度で量子化した位相データと、不足している計算値度を 箱うランダムな位相データを発生する乱数発生回路を 育し、モジュール内位相演奏回路内でビーム制部計算機から送られる量子化されたビームを登用位相に加えるようにしたものである。

【9043】また、使用周波数層域内で電力分配合成回路から各案子アンテナまでの電気長の差による理想波面からのずれを補正する位相データをモジュール内位相線 神国路と同じ計算精度と同じ計算精度で置子化した位相データを複数個持ち、不足している計算精度を補うランダムな位相データを周波数に関係なく1つ発生する記数発生国路を有し、モジュール内位相信算国路内でそれぞれの位相データをビーム副副計算級から送られる量子化されたビーム走査用位相に加えるようにしたものである。

【0044】また、ビーム制御計算機からの素子座標デ ータと彼長データとビーム指向方向からビーム走査用位 相を消算すると同時に、電力分配合成回路から各素子で ンテナまでの電気長の差による塑想設置からのずれを結 正する位相データをモジュール内位組清算回路と同じ計 算結度で量子化した位相データと、位相演算回路にて不 足している計算結度を値ろうンダムな位相データを保持 し、ビーム定費用位相に加えるようにしたものである。 【0945】また、ビーム制御計算機からの差子座標デ ータと波長データとビーム指向方向からビーム走査用位 相を消算すると同時に、電力分配合成回路から各素子ア ンテナまでの電気長の差による題想波面からのずれを箱 正する位相データをモジュール内位相演算回路と同じ計 算稿度で貴子化した位相データと、位相演算回路にて不 足している計算値度を縮クランダムな位相データを発生 する乱数発生回路を有し、 ビーム走査用位相に加えるよ うにしたものである。

[0046]

【作用】この発明は、ビーム制御計算機で不足している 所望の細かさでビーム走査を行う計算程度を縮う位相データを移相器副弾装置内で加厚するので、所望の細かさ でビーム走査を行うことができる。

【0047】またこの発明は、モジュール内位相演算日路で不足している所望の細かさでビーム走査を行う計算特度を描う位相データをモジュール内位相演算日路内で加算するので、所望の細かさでビーム走査を行うことができる。

【0048】 【実銘例】

突絡例1. 図1はこの発明の1克施例を示す図であり、 図において、1は意子アンテナ、2は移相器、3は電力 分配合成回路、4は移相器調御装量、5はビーム網部計 算機、6は電気長備正データ、7は計算積度積正デー

を示す図であり、1は完子アンテナ、2は移相器、3は 営力分配台成回路、4は移相器制御装置、5はヒーム制 御計算機、6は電気長宿正データ、8はビーム走査用位 相である。

【0003】次に、動作について説明する。空間より各 **素子アンテナ1に入射した信号は移相器2により位相制** 即して、電力分配台成回路3にて入力される。電力分配 台成国第3では各案子アンテナ1からの信号を合成しそ ノバルス和信号とモノバルス差信号を生成して出力す

【0004】一方、移相器2は移相器制御装置4からの 移相器制御信号によって動作する。との移相器制御信号 は、ビーム制御計算観5によって計算された所望の方向 にビームを向けるためのビーム定査用位相と、移相器制 御装置4内に原持されている工作制度のはちつきによる 電力分配台成回路3から素子アンテナ1までの電気長の 差による各業子アンテナの痴疑位相の理想波面(何え は、寒位相波面)からのずれを槍正する位相データを加 えたゲータである。

【0005】次に、移相器2に位相データを設定する処 20 型について説明する。ビーム定査を行うためのビーム定 査用位相計算はビーム制御計算機5によって行われる が、どれだけビームを細かく制御できるかは、移钼器2 のビット数、ビーム制御計算級5の計算を行うビット 数。電力分配合成回路3から煮子アンテナ!までの電気 長の差による理想波面からのずれを補正する位相データ の生子化ビット数によって決まる。従来のフェーズドア レーアンテナにおいては、ビーム制御計算機5の計算を 行うビット数と、電力分配合成回路3から素子アンテナ 1までの電気長の差による各素子アンテナの助振位相の 30 理想波面からのずれを指正する位相データの量子化のビ つト致は等しくなるよう構成されている。

【0006】図18は、ビーム制御計算級多でビーム定 査用位相データを計算してから移相器2に設定されるま ての浜井フローを示したものである。

【0007】図18に示すような量子化された計算を行 う場合、最終の移相器に設定される位相データには計算 過程で発生した誤差が含まれる。

【0008】 ビーム定金を行うための各移相器のビーム 走査用位相の計算から実際に移相器に与える位相データ 40 を計算するまでの計算過程で発生する陰差が、移相器に 設定する位相データのL S、Bに影響を与える確率P errは次式で与えられる。。

[0009]

 $P_{ERR} = 0.5 \div 2^{A-B}$

【9910】 数1 において、Aはビーム制御計算級 の計算を行うピット数、Bは移相器のピット数である。 また、移相器し、S、Bに誤差を含んだ素子数Nerr は次式で与えられる。

[9011] I#21

N_{ERR} = P_{ERR} × N [0012] 数2 においてNは全茶子数である。ま た。智芸を含んだ孩子によるビーム方向変化の最大値は 次式で与えられる。

[0013]

【数3】

$$\Delta \theta = \frac{N_{ERR} - \phi}{2 \cdot k \cdot \cos \theta - \sum_{i=1}^{M/2} E_i \cdot X_i}$$

【0014】 数3、において、がはディジタル移相器 の最小位相変化量、kは放致、θはビーム定置角、E+ はi番目の素子の振幅、Xiは i番目の素子の座標であ

【0015】 数3 で示される値が完全するのは、ビ ーム制御計算機で計算されたビーム走査用位相データの Aピットのピット列のうち、上位のBピットを除いた部 分がすべて0となる場合において発生する。上記のよう な場合は、移相器に与えるBビットの位相データと置子 化する前の実験(真値)での位相データが一致する場合 であり、このときは量子化による誤差が存在しないこと になる。この状態から、少しでもピーム走査を行った場 台、電子化された位相データと真値の間には置子化によ る誤差が含まれることになり、「数3」で示される最大 のビーム方向変化が発生する。これは、上記に状態が、 Bビットに量子化された位相データと真値とが一致して いる状態から、少しでもビーム走査を行うために発生す る重子化誤差を含んだ素子の配置がアンテナ面内に片容 って発生するためである。

【0016】よって、従来のフェーズドアレーアンテナ の微小ビーム走査特性は、移相器のビット数と、ビーム 制御計算級の計算ピット致によって決まる。

【9917】図19は、従来のフェーズドアレーアンテ ナにおける微小ビーム定査特性の計算結果を示す図であ る。計算は、移租器のビット数を5ビット、ビーム制御 計算機の計算ビット数および電力分配合成回路から案子 アンテナまでの電気長の差を指正する位相データの量子 化ビット数を8ビットとした場合について行った。

【0018】また、図20は、* 数3**で示される値が 発生する場合の、誤差を含んだ業子のアンテナ面上での 分布を示す図である。図中: 9は誤差が+1ビットの景 子、10は誤差が-1ビットの素子である。

【0019】 図21は従来の他のフェーズドアレーアン アナを示す図であり、1は素子アンテナ、Mはモジュー ル、3は電力分配台成回路、5はビーム制御計算機、8 はビーム定査用位相である。

【0020】回22は、モジュールMを示す図であり、

2は移相器、12は位相信券回路、13は低雑音増幅 器、6は電気長値正データである。

【0021】次に、動作について説明する。空間より各 素子アンテナ1に入射した信号はモジュールMへ入力さ れモジュール内の低能音増幅器13により増幅。移相器 2により位相調剤して、電力分配台或回路3にて入力さ れる。電力分配合成回路3では各モジュールMからの信 号を合成しモノバルス和信号とモノバルス差信号を生成 して出力する。

【0022】一方、モジュール内の移相器2は、モジュ 10 ール内の位相選集回路12により、ビーム制御計算級5によって計算されたビーム走査用位相8と、上記位相演算回路12内に保持されている工作結底のはらつきによる帰根位相の第カ分配合成回路から素干アンテナまでの電気長の是による理想液面(例えば、等位相液面)からのずれを補正する位相データ6とを加えた位相データにより制御される。

【0023】ビーム定査を行うためのビーム定査用位相 計算はビーム調剤計算機らによって行われるが、どれだ けビームを細かく制御できるかは、移相器2のビット 数、ビーム制御計算機5の計算を行うビット数、モジュ ール内位相溶資國路12の計算ビット数、電力分配台成 回路3から窓干アンテナ1までの電気長の差による理想、 波面からのずれを箱正する位相データの量子化ビット数 によって決まる。従来のフェーズドアレーアンテナに数 いては、モジェール内位相溶算回路12の計算を行うビット数と、電力分配台成短路3から素干アンテナ1まで の電気長の差による理想波面からのずれを箱正する位相 データの量子化ビット数は等しくなるよう提成されている。

【0024】図23は、ビーム制御計算級5でビーム定 適用位相8を計算してからモジュールM内の移相器2に 設定されるまでの領算フローを示したものである。

【0025】 図23に示すような量子化された計算を行う場合、移相器2に設定される位相データには計算過程で発生した誤差が含まれる。ビーム走査を行うための各移相器2のビーム走査用位相8の計算から実限に移相器2に与える位相データを計算するまでの計算過程で発生する誤差が、移相器2に設定する位相データのし、S、Bに影響を与える確率Perrは次式で与えられる。【0026】

【數4】

$$P_{ERR} = 0.5 \div 2^{A-B}$$

【0027】 数4、において、A、はモジュール内位相消算回路12の計算を行うピット数。 Bは移相器のピット数である。また、移相器のし、S。 Bに誤差を含んだ素子数Nerraとび誤差を含んだ素子によるピーム方向変化の最大値は上記した。数2、一数3で与えられる。

【0028】 数3 で示される値が発生するのは、モジュール内位相演算国路12で計算されたAビットのビット列のうち、上位のBビットを除いた部分がすべて0となる場合において発生する。上記のような場合は、移相器に与えるBビットの位相データと重子化する前の突致(真値)での位相データが一致する場合であり、このときは量子化による無差が存在しないことになる。この状態から、少しでもビー人走強を行った場合、量子化された位相データと真値の間には量子化による誤差が含まれることになり。 数3 で示される最大のビーム方向変化が発生する。これは、上記に状態が、Bビットに対ったが発生する。これは、上記に状態が、Bビットに対ったが発生する。これは、上記に状態が、Bビットに対している状態から、少しでもビーム走査を行うために発生する量子化無差を含んだ素子の配置がアンテナ面内に片きって発生するためである。

【0029】よって、従来のフェーズドアレーアンテナ の資小ビーム走査特性は、移相器のビット数と、位相演 専国路の計算ビット数によって決まる。

【0030】なお、従来のフェーズトアレーアンテナにおける後小ビーム定査特性の計算結果を図19に示す。計算は、移相器のビット教を5ビット、モジュール内位相清浄国路の計算ビット教および電力分配合成国路から案子アンテナまでの電気長の逆を指正する位相データの量子化ビット教を8ビットとした場合について行った。【0031】また、「数3」で示される値が発生する場合の、無基を含んだ素子のアンテナ面上での分布を図20に示す。

[0032]

【発明が解決しようとする課題】 従来のフェーズドアレ ・アンテナ袋菌は、以上のように機成されているので、 ビーム制御計算模又はモジェール内位相適早回路の計算 情度で実現できる細かさのビーム定査特性しか得ること しかできないという関題点があった。

【0033】との発明は上記のような問題点を解消する ためになされたもので、ビーム制御計算級又はモジュー ル内位相資料回路の計算領度で享現できる以上の細かさ のビーム走査特性を持つフェーズドアレーアンテナ鉄最 を得ることを目的としている。

[0034]

【課題を解決するための手段】この発明に係るフェーズ ドアレーアンテナ装置は、電力分配合成回路からる素子 アンテナまでの電気長の差による理想被面からのずれを 箱正する移相型をビーム副の計算級と同じ計算結成で置 子化した位相データと、不足している計算情度を補うラ ンダムな位相データを保持し、ビーム副の計算機から送 られる置子化されたビーム走登用位相に加えるようにし たものである。

【0035】また、使用周波数響均向で電力分配合成回 路から各意子アンテナまでの電気長の差による理想液面 59 からのずれを幅正する移相量をビーム網部計算機と同じ 計算結成で量子化した位相データを複数配待ち、不足している計算特度を縮うランダムな位相データを周波数に関係なく1つ保持し、それぞれの位相データをビーム制 観音算観から送られる量子化されたビーム定番用位相に加えるようにしたものである。

【0036】また、電力分配合成回路から各景子アンテナまでの電気長の選による思想液面からのずれを補正する移租量を所望の極かさでビーム定査を行うのに必要な計算額度で量子化した位相データを保持し、ビーム料線計算概から送られる量子化されたビーム定査用位相に加 10えるようにしたものである。

【0037】また、電力分配台成回路から各案子アンテナまでの電気長の選による運想波面からのすれを補正する移租量をビーム料御計算機と同じ計算精度で量子化した位相データと、不足している計算精度を値うランダムな位相データを発生する乱散発生回路を有し、ビーム制御計算機から送られる量子化されたビーム走登用位相に加えるようにしたものである。

【0038】また、使用周波数帯域内で電力分配合成回路から各素子アンテナまでの電気長の差による理想波面 20からのずれを補正する移相里をビーム網卸計算機と同じ計算結成で量子化した位相データを複数組持ち 不足している計算構度を補うランダムな位相データを周波数に、関係なく1つ発生する乱数発生回路を育し、それぞれの位相データをビーム制御計算級から送られる量子化されたビーム企業用位相に加えるようにしたものである。

【0039】との発明に係るフェーズドアレーアンテナ 製図は、電力分配台校回路から各素子アンテナまでの電 気長の意による理想波面からのずれを施正する位相デー タをモジュール内位相演算回路と同じ計算特度で量子化 30 した位相データと、不足している計算結底を結うランダ ムな位相データを保持し、モジュール内位相演算回路内 でビーム制能計算級から送られる量子化されたビーム定 後用位相に加えるようにしたものである。

【0040】また、使用層液数帯域内で電力分配合成回路から各案子アンテナまでの電気長の差による理想液面からのずれを補正する位相データをモジュール内位相溶 神国眩と同じ計算精度と同じ計算精度で母子化した位相データを複数個持ち、不足している計算精度を補うランダムな位相データを固変数に関係なく1つ保持し、モジ・のコール内位相湾海国路内でそれでれの位相データをビーム調御計算機から送られるモ子化されたビーム走度用位相に加えるようにしたものである。

【0041】また、電力分配台成回路から各条子アンテナまでの電気長の差による理想波面からのずれを補正する移租費を所望の細かさでビーム定査を行うのに必要な計算値度で貴子化した位租データを保持し、ビーム料御計算機から送られる貴子化されたビーム定査用位相に加えるようにしたものである。

【0042】また、電力分配合成回路から各意子アンテ

ナまでの電気長の遺による恒想液面からのすれを補正する位相データをモジュール内位相演算回路と同じ計算精一度で電子化した位相データと、不足している計算結底を 箱うランダムな位相データを発生する乱数発生回路を有し、モジュール内位相演算回路内でビーム制御計算級から場合れる量子化されたビーム定査用位相に加えるようにしたものである。

【0043】また、使用扇紋数帯地内で電力分配合成四 器から各素子アンテナまでの電気長の差による理想液菌 からのずれを補正する位相データをモジュール内位相類 再回路と同じ計算精度と同じ計算精度で置子化した位相 データを彼数個持ち、不足している計算精度を捕うラン ダムな位相データを周波数に関係なく1つ発生する乱数 発生回路を有し、モジュール内位相清算回路内でそれぞ れの位相データをビーム調剤計算機から送られる量子化 されたビーム走査用位相に加えるようにしたものであ

【0044】また、ビーム制御計算機からの意子座標子 ータと波長データとビーム指向方向からビーム走査用位 相を消算すると同時に、電力分配台成回路から各条子で ンテナまでの電気長の差による理想波面からのずれを結 正する位相データをモジュール内位相演算回路と同じ計 草結度で量子化した位相データと、位相演算回路にて不 足している計算額度を縮うランダムな位相データを保持 し、ビーム定査用位相に加えるようにしたものである。 【0045】また、ビーム製御計算権からの選子修繕デ ータと波長データとビーム指向方向からビーム走査用位 相を消算すると同時に、電力分配合成回路から各案子ア ンテナまでの電気長の差による理想液面からのずれを結 正する位相データをモジュール内位相演算回路と同じ計 算結度で量子化した位相データと、位相演算回路にて不 足している計算箱度を箱ろランダムな位相データを発生 する乱数発生回路を有し、ビーム定査用位相に加えるよ うにしたものである。

[0046]

【作用】この発明は、ビーム料御計算機で不足している 所望の細かさでビーム定度を行う計算結度を縮う位相デ ータを移相器副弾装置内で加算するので、所望の細かさ でビーム定金を行うことができる。

0 【0047】またこの発明は、モジュール内位相演算回路で不足している所望の細かさでビーム定査を行う計算 精度を縮う位相データをモジュール内位相演算回路内で 加算するので、所望の細かさでビーム定査を行うことが できる。

[0048]

【実統例】

真緒例1. 図1はこの発明の1真施例を示す図であり、 図において、1は完子アンテナ、2は移相器、3は電力 分配合成回路。4は移相器斜線装置、5はビーム斜線計 算機、6は電気長縮正データ、7は計算精度縮正デー タ 8はピーム走査用位相である。

【0049】次に動作について説明する。空間より各案 子アンテナ1に入射した信号は、移相器2により位相制 卸して電力分配合成回路3に入力される。電力分配合成 回路3では、各素子アンテナからの信号を合成しモノバ ルス和虚号とモノバルス差信号を生成して出力する。

【0050】一方、移相器とは移相器制御信号によって助作する。この移相器制御信号は、ビーム制御計算級5によって計算された所望の方向にビームを向けるためのビーム定査用位相8に、電力分配台域回路3から素子アンテナ1までの電気長に差による理想設面からのずれを輸正する位相データ6と、ビームを補かく制御するためのランダムな位相データ7を加えたものである。

【0051】次に、細かくビーム定套を行う場合について説明する。図2は、この発明による位相制御の演算フローを示したものである。この発明では、ビーム走査を行うためのビーム定査用位相計算がビーム制御計算機5によって行われる過程での計算情度で実現できる。数1 で示されるところの微小ビーム走套特性が大きく、より細かくビーム定査を行うことが必要な場合。その計算結成の不足を補うデータ7をビーム制御計算機5によって計算されたビーム走費用位相8に加えるようにしている。

【0052】次に、計算結度の不足を補うデータの役割について説明する。従来の場合、前述の"数3"にて求められる最大のビーム方向変化の発生は、ビー人論部計算機5で計算されたんピットのビーム走費用位相8のビット列のうち、移相器のビットを除いた部分がすべてひとなる場合の近傍において発生する。これは、上記の状態が、Bビットに至于化された位相データと真値とが一致している状態から、少しでもビーム走査を行うために発生する。これに対象が、アンテナ面内に対奇って発生するを必ずある。

【0053】よって、この片雪りをなくすデータとし て、所竺の微小ビーム走査特性を得るのに必要な計算時 のピット数Cのうち、実際のピーム網雑計算機5の計算 時のピット教Aに相当する上位Aピット分を除いた部分 に、0~2"-4」の値をとるランダムな数値を入れ上位 Aピット分はすべてOとなるようなデータを保持し、ビ - ム網御計算機5から送られたビーム走査を行うための ビーム定費用位相8に、電力分配合成回路3から素子で ンテナーまでの電気長に差による塑想液面からのずれを 宿正する位相データ6を加えて理想波面に近付けた後 に、ビームを描かく制御するための計算精度指正データ 7を加えて、移相器の設定するBビット量子化を行うこ とにより、ビーム企査用位相8を演算する過程で発生し た誤差がアンテナ面上で片寄ることなくアンテナ面上に 分散されるので、大きなビーム偏移が発生することなく ビームを細かく走査できる。

【9954】図3に、この発明によるフェーズドアレー

59

アンテナの微小ビーム定査特性の計算結果を示す。計算は、移相器2のビット数Bを5ビット、ビーム調査計算数5の計算ビット数Aおよび電力分配合成回路から至子アンテナまでの電気長の差を補正する位相データ6の量子化ビット数Aを8ビットとし、所包の微小ビーム定当特性を得るために必要な計算ビット致Cを16ビットとした場合について行った。

12

【0055】また、図4に、数3 で示される値が発生する場合の、誤差を含んだ業子のアンテナ面上での分布を示す。図中、9は誤差が+1ビットの業子、10は 誤差が-1ビットの業子である。

【0056】図3、図4から分るように、微小ビーム定 査特性は改容され、無差の発生している素子のアンテナ 面上での片等りが無くなっていることがわかる。

【0057】実能例2.図5は、この発明の真能例2に ついて説明したものである。この実施例2はアンテナが 任意の目波数帯域を持ち、電力分配合成回路3から案子 アンテナーまでの電気長の差による理想波面からのずれ を舗正する位相データ6を周波数帯域内で複数個持つ場 合についての何である。この実施がは、移相器に設定さ れる位相データは、ビーム制御計算機ちで計算されたビ ーム走査位相8に、RF信号の周波数に応じた周波数帯 城の電気長箱正データ6を加え、周波敷に関係なく1つ 保持しているビーム制御計算機5の計算精度を補正する 計算箱度箱正データ7を加えて移相器に設定するための 貫子化を行う場合について示している。ここで計算精度 箱正データ7は、実施例1で説明したように、ビーム走 査位相8を計算するうえで発生する計算誤差を含んだ素 子をアンテナ面上に片雪ることなく分散させる役割を持 つデータであり、周波数によって選択される電気長龍正 データ6との組合せによって、誤差を含んだ素子のアン テナ面上への分散の仕方が変化するだけであり周波数に 依存せず1つ持てばよく、実施例1と同様に細かくビー ム走在を行うととができる。

【0058】実絡例3. 図6は、この発明の実施例3に ついて説明したものである。上記の実能例では、電力分 配合成回路3から煮子アンテナ1までの電気長の差によ る理想波面からのずれを確正する位相データ6をビーム 制御計算級5内の計算ビット数と同じビット数で重子化 し、不足している計算特度を縮クランダムな位相データ 7を別途保持する場合ついて述べたが、図6に示す例 は、電力分配合成回路3から素子アンテナ1までの電気 長の差による理想波面からのずれを補正する位相データ 6を所望の細かさでビーム走査を行うのに必要なビット 数で量子化した場合を示している。この場合、上記の実 施例における計算精度箱正データに当たるデータは、電 気長雄正データに含まれていることになり、電気長箱正 データをビーム走査用位相に加えるととにより、観査を 含んだ案子をアンテナ面上に片寄るととなく 分散させる ことができ、ビームを細かく走査することができる。

【0059】実統例4. 図7は、この発明の実施例4について説明したものである。上記の実施例1では、電力分配合成回路3から素子アンテナ1までの電気長の意による理想波面からのずれを補正する位相データ6をビーム副設計算級5内の計算ビット数と同じビット数で置子化し、不足している計算結實を結うランダムな位相データ7を開途保持する場合について述べたが、図7に示す例は、不足している計算結實を結うランダムな位相デタ7を1つ保持する代りに、計算結實を結うのに必要なビット長の乱数を発生させる乱数発生回路11を有する19場合を示しており、この乱数発生回路で発生させたデータをビーム走査用位相に加えることによって上記実施例と同様に確果が得られる。

【0060】実銘例5. 図8は、この豊明の実銘例5について説明したものである。この真銘例はアンテナが任意の腐波数帯域を持ち、電力分配合成極路3から素子アンテナ1までの電気長の差による型短波面からのずれを結正する位相データ6を腐炭数帯域内で彼数値持ち、不足している計算額度を結うランダムな位相データ7は周波数に関係なく1つ待つだけ発生する品数発生回路11 20を有する場合の例で、実銘例2における計算精度補正データ7の代りとなるランダムなデータを乱数発生回路にて発生させ、ビーム定量用位相8に倒えるようにしたので、上記実施例と同様に、誤差を含んだ素子をアンテナロ上に片雪ることなく分数させることができ、細かくビーム連番を行うととができる。

【9961】実施例6. 図9はこの発明の実施例6を示すモジュールMの図であり、図において、2は移相器、12は位相消算回路、13は低能音増幅器、6は電気長 指正データ、7は計算精度補正データである。

【0062】次に動作について説明する。空間より各弦 子アンテナ1に入射した信号は、モジュール内の低粧音 増幅器13で増幅され移相器2により位相制即されて電 ガ分配合成回路3に入力される。電力分配合成回路3で は、各モジュールMからの信号を合成しモノバルス相信 号とモノバルス差信号を生成して出力する。

【0063】一方、移相器2はモジェール内位相流早回路12からの信号によって時作する。との信号は、ビーム副部計算級によって計算されモジェールに送られた所空の方向にビームを向けるためのビーム定登用位相8に位相流算回路12内の電力分配合成回路からの子・アンテナまでの電気長に登による理想波面からのずれを結正する位相データ6とビームを梱かく副御するためのランダムな位相データ(計算語政稿正データ)7を加えたものである。

【0064】次に、細かくビーム定査を行う場合について説明する。図10は、との発明による位相制制の演算フローを示したものである。この発明では、ビーム制御計算機4によって行われるビーム定査を行うためのビーム定査用位相8と電力分配合成回路3から完子アンテナ 50

1までの電気長の意による短憩波面からのずれを補正する位相6を位相演算回路12内にて加速する計算が、ビーム制御を行う計算特度で実現できる。数4、で示されるところの微小ビーム定套特性が大きく、より細かくビーム定査を行うことが必要な場合、その計算特度の不足を補うデータ?を位相演算回路12内に保持し、ビーム制御計算数4によって計算されたビーム定査用位相8に加えるようにしている。

.14

【0065】次に、計算精度の不足を補うデータの役割について類明する。従来の場合、前途の「数3」にて求められる最大のビーム方向変化の発生は、モジュール内位相減算回路 12で計算されたムビットのビーム走査用位相データ8のビット列のうち、移相器2のビット数に相当する上位のBビットを除いた部分がすべて0となる場合の近傍において発生する。これは、上記に伏島が、Bビットに量子化された位相データと真値とが一致している状態から、少しでもビーム走発を行うために発生するを手上誤差が、アンテナ面内に片寄って発生するためである。

【0066】よって、位相消算回路12内に、との片寄りをなくすデータとして、所望の後小ビーム走査特性を得るのに必要な計算時のピット数人に相当する上位人ピット分を除いた部分に、0~2 "小"の値をとるランダムな数値を入れ上位人ピット分はすべて0となるようなデータを保持し、ビーム調御計算保4から送られたビーム走査用位相データ8に上記データと、經力分配合成回路3から禁デアンテナまでの電気長に差による環想液面からのずれを結正する位相データ6を加えた後に、移相器2の設定するBピット置子化を行うことにより、ビーム走査用位相データ8を溶済する過程で発生した調達がアンテナ面上で片寄ることなくアンテナ面場に分数されるので、大きなビーム個移が発生することなくビームを積かく走査できる。

【0067】との発明の実施例6によるフェーズドアレーアンテナの微小ビーム走査特性の計算結果を図3に示す。計算は、移租器6のビット数Bを5ビット、モジュール内位相演算回路7の計算ビット飲みおよび電力分配台域回路3から素子アンテナ1までの電気長の差を結正する位相データ9の量子化ビット数Aを8ビットとし、所製の微小ビーム走査特性を得るために必要な計算ビット数Cを16ビットとした場合について行った。

【0068】また、図4に ** 数3**で示される値が発生する場合の、誤差を含んだ案子のアンテナ両上での分布を示す。図中、10は誤差が+1ビットの案子、11は誤差が-1ビットの案子である。

【0069】図3、図4から分るように、像小ビーム走査特性は改得され、課意の発生している差子のアンテナ団上での片寄りが係くなっていることがわかる。

【0070】実総例7. 図11は、この発明の実能例7

によるモジュールについて説明したものである。との美 施門はアンテナが任意の国家教育域を持ち、電力分配台 成回路3から素干アンテナ1までの電気長の差による理 想設置からのずれを論正する位相データを自放教業競内 で複数個待つ場合についての例である。この実施例7 は、移相器2に設定されるデータは、ビーム制御計算級 で計算されたビーム走査用位相に、RF信号の周波数に 応じた国波数の電気長箱正データ6を加え、国波数に関 係なく1つ保持しているビーム制御計算級の計算信度を 宿正する計算結度宿正データ7を加えて移相器2に設定 するための量子化を行う場合について示している。こと で、計算特度特正データでは、実施例1で示したよう に ビーム走査用位相8を計算するうえで発生する計算 誤差を含んだ索子をアンテナ面上にかたよることなく分 飲させる役割を持つデータであり、周波数によって選択 される意気長怖正データとの組合せによって、誤差を含 んだ素子のアンテナ面上への分散の仕方が変化するだけ であり周波数に依存せず1つ待てばよく、突旋門1と同 様に細かくビーム定査を行うことができる。

【0071】実能例8. 図12は、この発明の実能例8 20 について説明したものである。上記の実施例では、電力 分配合成回路から煮子アンチナまでの電気長の差による 理想波面からのずれを指正する位相データをモジュール 内位相資料回路 12の計算ビット数と同じビット数で量 子化し、不足している計算額度を縮うランダムな位相デ ータを別途保持する場合ついて述べたが、 図12に示す 例は、電力分配合成回路から煮子アンテナまでの電気長 の急による理想設面からのずれを結正する位相データ 6 を所望の細かさでビーム走査を行うのに必要なビット数 で量子化した場合を示している。この場合、上記の実施 35 例における計算館度箱正データに当るデータは、電気長 箱正データ6に含まれていることになり、電気長浦正デ ータ6をビーム走査月位祖に加えることにより、誤差を 含んだ素子をアンテナ面上に片寄るととなく分散させる ことができ、ビームを細かく走査するととができる。 【0072】実施例9. 図13は、との発明の実施例9

はよるモジュールについて原明したものである。実施例 1では、計算結成を結正するランダムな位相データを1 つ保持する場合について述べたが、図13に示す例は、 不足している計算結成を補うランダムな位相データを発 生させる私数発生回路11を有する場合を示しており、 この乱数発生回路11で発生させたデータをビーム定義 用位相8に加えることによって上記実統例と同様な効果 が得られる。

【0073】実施例10. 図14は、との発明の実施例 10によるモジュールについて説明したものである。この実施例はアンテナが任意の周波数帯域を持ち、電力分配合成回路から素子アンテナまでの電気長の悪による選想設面からのずれを補正する位相データ6を周波数帯域内で複数個待ち、周波数に関係なく不足している計算精 度を補うランダムな位相データを乱飲発生回路11にて 発生させ、ビーム定資用位相に加えるようにしたので、 上記実施例と同様に、誤差を含んだ素子をアンテナ面上 に片音ることなく分散させることができ、細かくビーム 定弦を行うことができる。

【0074】実統例11. 図15は、この発明の実施例11によるモジュールについて説明したものである。上 記実統例では、ビーム定査位相データはビーム副部計算 破で計算される場合について述べたが、図15に示す臭 10 施門では、ビーム制御計算機から差子座標と波長とビー ム指向方向データ15を各モジュールに設定し各モジュール内でビーム走査用位相を演算する場合を示してお り、不足している計算情度を請うランダムな位相データ 12をモジュール内位相消算回路12内に保持して14 で演算されたビーム定査位相に加えることにより上記臭 施岡と同様の効果を奏する。

【0075】実経例12.図16は、との発明の実施例12によるモジェールについて説明した6のである。上記実籍例では、ビーム定査位相データはビーム訓練計算級で計算される場合について述べたが、図16に示す実施例では、ビーム判練計算機から差干整標と設長とビーム指向方向データ15を基モジェールに設定しるモジュールのでビーム走査用位相を演算する場合を示してあり、不足している計算精度を縮うランダムな位相データを発生する規数発生回話11を位据消費回話12内に有し演算されたビーム完査位相に加えることにより上記実施例と同様の効果を奏する。

[0076]

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、営力 分配合成回路から煮子アンテナまでの電気長の差による 理想波面からのずれを槍正する位相データと、不足して いる計算精度を描うランダムな位相データを保持し、そ れぞれの位相データをビーム制御計算機から送られるビ ーム走査用位相に加えるようにしたので、ビーム制御計 草様又はモジュール内位相演草回路の計算精度で実現で きる以上の細かさでビーム走査を行うことのできるフェ ーズトアレーアンテナを得られるという効果がある。 【0077】また、任意の国波数帯域内で、電力分配合 成回路から素子アンテナまでの電気長の差による理想波 面からのずれを植正する位相データを複数値移相器制御 装置内又はモジュール内位相演算回路内に保持している 場合、不足している計算錯度を縮うランダムな位相デー タを周波数に関係なく1つ保持し、それぞれの位相デー タをビーム制御計算機から送られるビーム定金用位相に 加えるようにしたので、ビーム制御計算級又はモジュー ル内位相資料回路の計算結度で実現できる以上の細かさ でピーム走査を行うことのできるフェーズドアレーアン テナを得られるという効果がある。

【0078】また、電力分配合成回路から素子アンテナまでの電気長の差による理想波面からのずれを補正する

位相を所望の額かさでビーム定査ができる計算結實で登 子化した位相データを保持し、ビーム制御計算機から送 ちれるビーム走宮用位相に加えるようにしたので、ビー ム制御計算機又はモジュール内位相演算回路の計算構度 で実現できる以上の細かさでビーム走査を行うことので きるフェーズドアレーアンテナを得られるという効果が ある。

【0079】また、電力分配合成回路から煮子アンテナまでの電気長の差による電頻波面からのずれを補正する位相データと、不足している計算精度を結うランダムな 19位相データを発生する乱放発生回路を育し、それぞれの位相データをビーム料御計算機から送られるビーム走査用位相に加えるようにしたので、ビーム料御計算権又はモジェール内位相演算回路の計算精度で実現できる以上の補かさでビーム走査を行うことのできるフェーズドアレーアンテナを得られるという効果がある。

【0080】また、任意の周波数等域内で、電力分配台 成回路から第子アンテナまでの電気長の差による理想波 面からのずれを補正する位相データを複数個移相器軸御 整面内に保持している場合。不足している計算結底を箱 20 うランダムな位相データを周波数に関係なく1つ発生す る乱数発生国路を有し、それでれの位相データをビーム 制御計算級から送られるビーム定費用位相に加えるよう にしたので、ビーム軸御計算級の計算結底で実現できる 以上の細かさでビーム定套を行うことのできるフェーズ Fアレーアンテナを得られるという効果がある。

【9081】また、任意の周波数帯場内で、電力分配合成回路から窓子アンテナまでの電気長の差による理想波面からのずれを随正する位相データを複数値モジュール内位相溶算回路内に保持している場合。不足している計 知料請度を補うランダムな位相データを発生する乱数発生回路を有し、それでれの位相データをヒーム制御計算機から選られるヒーム売費用位相に加えるようにしたので、モジュール内位相溶算回路の計算結底で実現できる以上の細かさでヒーム売査を行うことのできるフェーズドアレーアンテナを得られるという効果がある。

【図画の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1によるフェーズドアレーアンテナ装置の構成を示す図である。

【図2】この急明の実施門1によるフェーズドアレーア 40 ンテナ装屋の位相演算のフローを示す図である。

【図3】この発明の実施例1および6によるフェーズド アレーアンテナ鉄版の微小ビーム売査特性の計算例を示 す図である。

【図4】この発明の実施例184よび6によるフェーズド アレーアンテナ鉄畳の微小ビーム売査時の演算器差のア ンテナ面上でのばらつきの例を示す図である。

【図5】この発明の実施例2によるフェーズドアレーア ンチナ装置の構成を示す図である。

【図6】この発明の実施例3によるフェーズドアレーア 50

ンテナ製匠の構成を示す図である。

【図?】この発明の真施例4によるフェーズFアレーアンテナ袋痘の構成を示す図である。

18

【図8】この発明の実施例5によるフェーズドアレーアンテナ装置の構成を示す図である。

【図9】この発明の真範側6によるモジュールの構成を 示す図である。

【図10】この発明の真緒間6によるフェーズドアレー アンテナ製量の位相演算のフローを示す図である。

【図 1 1 】この発明の実施例7によるモジュールの拠成を示す図である。

【図12】この発明の真緒例8によるモジュールの機成を示す図である。

【図13】この発明の真緒例9によるモジュールの構成を示す図である。

【図14】 この発用の実施例10によるモジュールの格成を示す図である。

【図15】この発明の真飾例11によるモジュールの構成を示す図である。

【図16】この発明の実施例12によるモジュールの機 成を示す図である。

【図17】従来のフェーズドアレーアンテナ装置の機成 を示す図である。

【図18】従来のモジュールの構成を示す図である。

【図19】従来のフェーズドアレーアンテナ装置の位相 預算のフローを示す図である。

【図20】従来のフェーズドアレーアンテナ装置の構成を示す図である。

【図21】錠来のフェーズドアレーアンテナ装置の位相) 滄算フローを示す図である。

【図22】従来のフェーズドアレーアンテナ装置の微小 ビーム走査特性の計算例を示す図である。

【図23】 資来のフェーズドアレーアンテナ装置の微小 ビーム定義時の消算誤差のアンテナ面上でのばらつきの 例を示す図である。

【符号の設明】

- 1 素子アンテナ
- 2 移相器
- 3 電力分配合成直路
- 4 移相器制砂装置
- 5 ビーム制剤計算機
- 6 電気長指正データ
- 7 計算特度施正データ
- 8 ビーム定査用位相
- 9 誤差を+1含んだ案子 10 誤差を-1含んだ素子
- 11 乱数杂生国路
- 12 位相消算回路
- 13 低能音增幅器
- 1.4 ビーム走査位相湾等回数

15 景子座録・波長・ビーム指向方向データ

* *M モジュール

(図2)

(図2)

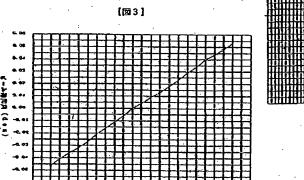
(図2)

(図2)

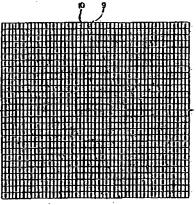
(AC++ (AC+

- にこステアンテナ
- 5:我任恭
- < : # 412 FEB. 5 3
- 6 氏 ヤかばのは 放送
- 6:不知在城市ゲータ
- ?:別芸術皮質正月データ

.

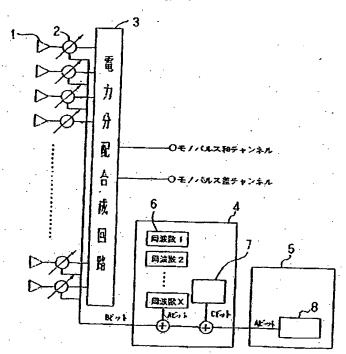


スーマはより (4・2) WOYE HEA ACT HEAD (図4)

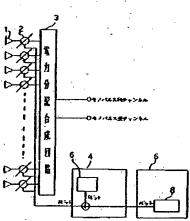


4:沢笠が十1の男子

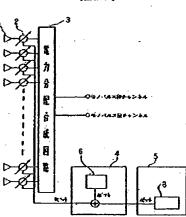
[図5]

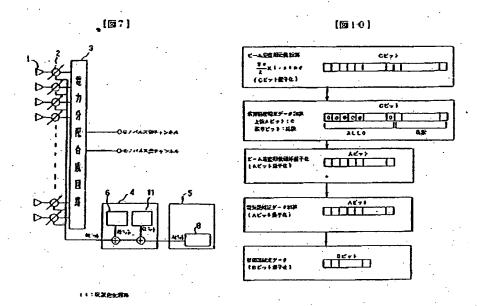


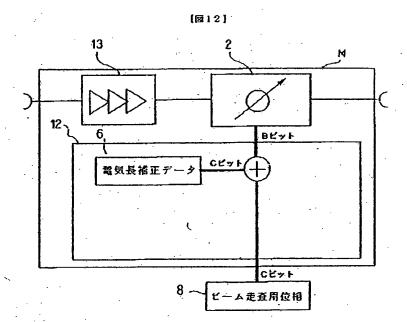
[26]



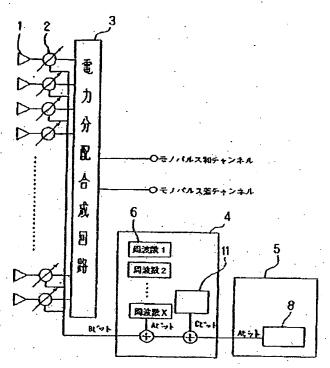
[図17]





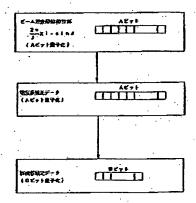


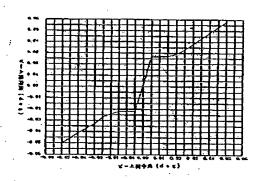
[図8]

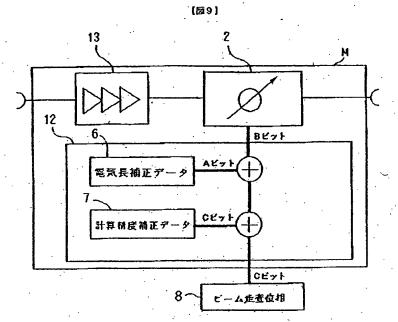


[图18]

[図19]





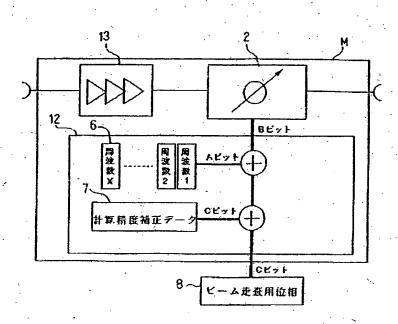


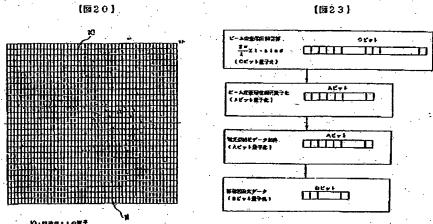
2:移相器

12;位相汝算回路

13:低穀合增福器

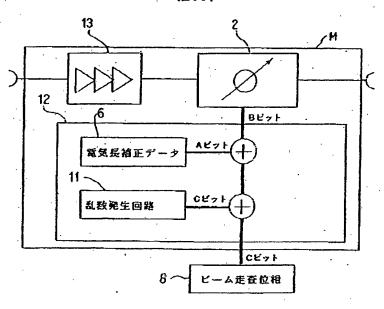
【図11】



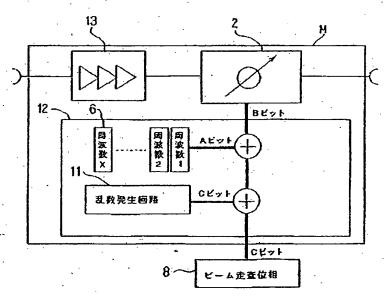


10・収益が十八の第7

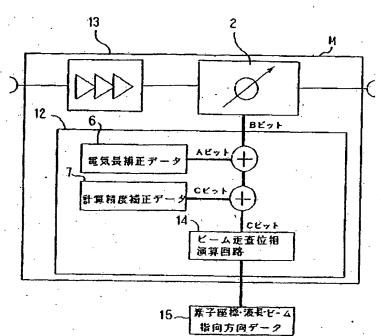
[図13]

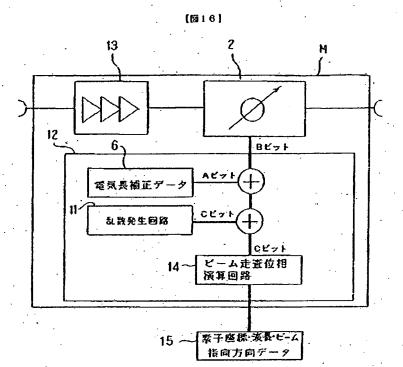


[214]

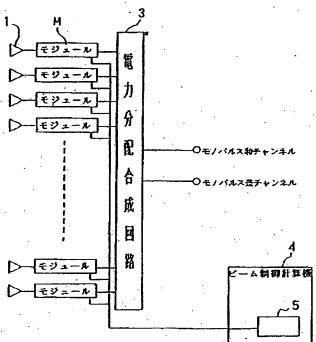


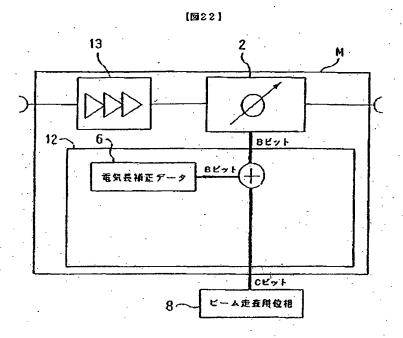
(図15]





[[[]]]





フロントページの続き

(72)祭明者 青木 松彦 館倉市上町屋 325番地 三菱電機株式会社 館倉製作所内